

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公告

⑫ 特許公報(B2)

平1-56269

⑮ Int. Cl.⁴
F 03 B 13/12

識別記号 庁内整理番号
6682-3H

⑭ 公告 平成1年(1989)11月29日

発明の数 2 (全10頁)

⑬ 発明の名称 波動エネルギー変換装置

審判 昭59-10484

⑯ 特願 昭55-48906

⑰ 公開 昭56-146076

⑱ 出願 昭55(1980)4月14日

⑲ 昭56(1981)11月13日

⑳ 発明者 増淵 正美 大阪府茨木市北春日丘4-6-29

㉑ 出願人 大阪大学長 大阪府吹田市山田丘1番1号

㉒ 代理人 弁理士 杉村 暁秀 外1名

審判の合議体 審判長 吉田 秀聖 審判官 石川 隆雄 審判官 浅野 清

㉓ 参考文献 特開 昭54-72343(JP, A) 特公 昭53-26266(JP, B2)

1

2

㉔ 特許請求の範囲

1 岸壁に固定的に連結又は拘束されずに海底に長い繫留索により大きな自由度をもつて繫留され、海面上に浮遊する複数の喫水D及び浮体巾Bの大きい浮体を波の入射方向に対し略々直角に配列し、各浮体を長い剛体リンクで連結し、各浮体は上下運動、左右運動及び回転運動が個々にできるように連結された浮体群を構成し、浮体とリンク間の相対運動から波動エネルギーの吸収をする復元機構と減衰機構とをもつた力学系を浮体とリンク間に設置し、入射波の周波数と浮体群の固有周波数とを近似同調させるような条件に、前記浮体とリンクとを連結することにより、入射波の略々全てのエネルギーを吸収でき且つ浮体による反射波と透過波との和及び差が略々零となる条件に構成したことを特徴とする波動エネルギー変換装置。

2 岸壁に固定的に連結又は拘束されずに海底に長い繫留索により大きな自由度をもつて繫留され、海面上に浮遊する複数の喫水D及び浮体巾Bの大きい浮体を波の入射方向に対し略々直角に配列し、各浮体を長い剛体リンクで連結し、各浮体は上下運動、左右運動及び回転運動が個々にできるように連結された浮体群を構成し、浮体とリンク間及びリンク相互間の相対運動から波動エネルギーの吸収をする復元機構と減衰機構とをもつた力学系を浮体とリンク間及びリンク相互間に設置し、入射波の周波数と浮体群の固有周波数とを近

似同調させるような条件に、前記浮体とリンクとを連結することにより、入射波の略々全てのエネルギーを吸収でき且つ浮体による反射波と透過波との和及び差が略々零となる条件に構成したことを特徴とする波動エネルギー変換装置。

3 浮体とリンク間及びリンク相互間の相対運動から波動エネルギーの吸収をする力学系は、吸気口と排気口とを夫々対象位置に配設した空気室と、この空気室はその中心軸に取付られた回転翼により二分せられ、互に吸気系と排気系とが切換えられる少なくとも一対の吸気弁と排気弁とを具備し、回転翼の回転により吸入空気を圧縮して排気口より空気タービンに排出し、発電機に連動した空気タービンを回転するようにし、波動エネルギーを電気エネルギーに変換する特許請求の範囲第1項又は第2項の何れかに記載の波動エネルギー変換装置。

4 浮体とリンク間の相対運動から波動エネルギーを吸収する力学系が、ピストン、シリンダー及びクランク軸とを少なくとも具備する一定方向回転運動装置により発電機を駆動する特許請求の範囲第1項又は第2項の何れかに記載の波動エネルギー変換装置。

発明の詳細な説明

本発明は岸壁に固定的に連結又は拘束されずに海底に長い繫留索により大きな自由度をもつて繫留されて海面上に浮遊する2個又は3個以上の喫水D及び浮体巾Bの大きい浮遊する複数の縦長の

(2)

特公平1-56269

3

4

浮体を波の入射方向に対し略々直角に配列し、各浮体を長い剛体リンクで連結し、各浮体は上下運動、左右運動及び回転運動が個々にできるように浮体群を構成し、浮体とリンク間及びリンク相互間の相対運動からエネルギー吸収のできる力学系を設置し、入射波の周波数と浮体群の固有周波数とを近似同調させることにより、エネルギー吸収効率を高めると共にエネルギー吸収効率の高い周波数帯を拡大できるようにした波動エネルギー変換装置に係る。

海洋エネルギーは太陽エネルギー中でも重要な立場を占め、潮汐、潮流、海流、温度差、波浪などのエネルギーとして存在している。この中で波浪エネルギーはかなり大量に存在するにも拘わらず、実用に供されている例は数十Wの発電ブイ式の標識灯がある程度でかなり少い。しかし、波浪エネルギー利用の研究は最近急速に活発化し、英国では主にエディンバラ大のSalter氏の浮体、Cockerell氏のいかだ状の浮体及びNational Engineering Laboratoryの空気式浮体などによる実験的研究、また日本では科学技術庁の「海明」なる大型発電船による実験が国際協力の下に進んでいる。また、ごく最近、防大の別所氏の研究による構成の浮体にもとづく実験が日本鋼管三重造船所によって行われている。

従来、海洋の波浪エネルギーを利用するには波動によって上下、回転などの運動を行う浮体を用い、浮体と岸又は海底などの固定端との間の相対運動を介してエネルギー吸収を行う方式が多数提案されてきた。

従来法（別所方式）は、単一の浮体を質量機構、復元機構及び減衰機構より成る力学系を介して岸壁又は海底に固定し、入射波の運ぶエネルギーを封体を介して質量機構、復元機構及び減衰機構より成る力学系に伝え浮体の運動と波との間に特定の位相差を発生させて消波しエネルギー取出しを行うようにし、前記力学系の係数を反射波と透過波との和及び差がともに零となるように決定する波力利用・消波方法である。これを図示すると第1図のようである。この従来法の特徴は次の通りである。

(イ) 海上の浮遊体Aを復元機構部C、減衰機構部D、質量機構部Eより成る力学系Bを経て岸又は海底Gに固定する。

(ロ) 波による浮遊体の動揺は、上下揺、左右揺及び横揺であるが、力学系Bの諸定数を適当に選ぶことにより、入射波の振動数と流体-浮遊体系の固有振動数を一致させることができる。

5 (イ) この条件のとき、浮遊体による反射波と透過波の和及び差がともに零となり、入射波の運んできたエネルギーを全部取出することができる。

同方式は、浮体の上下運動と回転運動とを利用して浮体の固有周期を入射波の主要な波周波数と一致させれば、浮体と固定端との間の運動から力学系を経て（減衰機構、復元機構、質量機構などの）入射波の全部のエネルギーを吸収でき、かつ浮体からの反射波と透過波を零にできるという点で原理的に優れたものであるが、実用に際して次の二つの大きな問題点がある。

(1) 浮体の固有周期は一つであるから、これが入射波の主要な波周波数と一致していればエネルギー吸収効率は最大となるが、気象条件などによつて入射波の性質が変り、波の主要な波周波数が変動すればエネルギー吸収効率が激減する。これはエネルギー吸収効率曲線が入射波の周波数に対してピーク状であるためである。このため、上述の別所方式では固有周期の異なる浮体を複数列用意し気象条件によつて交換する必要があることを明示している。

(2) エネルギー吸収は浮体と岸や海底などの固定端との間の力学系を介して行なうので、潮の干満、異常に高い波高の波の来襲、台風などの際には浮体と固定端との間の運動が過大となり、力学系に異状な力が加わつて破壊されるおそれ大きいこの対策がかなり困難である。かつ十分な対策を施すとその建設費が膨大となる。

本発明は以上の如き難点を解決するために考えられたもので、本発明は岸壁に固定的に連結又は拘束されずに海底に長い繫留索により大きな自由度をもつて繫留され海面上に浮遊する2個又は3個以上の喫水D及び浮体巾Bの大きい浮体を波の入射方向に対し略々直角に配列し、各浮体を長い剛体リンクで連結し、各浮体は上下運動及び回転運動が個々にできるように連結された浮体群を構成し、浮体とリンク間及びリンク相互間の相対運動から波動エネルギーの吸収をする復元機構と減衰機構とをもつた力学系を浮体とリンク間及びリ

(3)

特公 平 1-56269

5

リンク相互間に設置し、入射波の周波数と浮体群の固有周波数とを近似同調させるような条件に、前記浮体とリンクとを連結することにより、入射波の略々全てのエネルギーを吸収でき且つ浮体による反射波と透過波との和及び差が略々零となる条件に構成したことを特徴とする波動エネルギー変換装置を特徴とする。

本発明において使用する浮体とリンク間及びリンク相互間の相対運動から波動エネルギーの吸収をする力学系は、吸気口と排気口とを夫々対象位置に配設した空気室と、この空気室はその中心軸に取付られた回転翼により二分せられ、互に吸気系と排気系とが切換えられる少くとも一対の吸気弁と排気弁とを具備し、回転翼の回転により吸入空気を圧縮して排気口より空気タービンに排出し、発電機に連動した空気タービンを回転するようにし、波動エネルギーを電気エネルギーに変換して波動エネルギーを変換する装置である。

本発明に使用する力学系は浮体とリンク間及びリンク相互間に連結せられ浮体とリンク間及びリンク相互間の相対運動から波動エネルギーを吸収するよう構成せられ、ピストン、シリンダー及びクランク軸とを少くとも具備する一定方向回転運動装置により発電機を駆動するよう構成し波動エネルギーを変換する装置を構成する。

添附図面について本発明の実施の一例態様を第2図A、B、Cにつき更に詳述する。

第2図Aにおいては浮体1、1間をリンク2により連結し、浮体1とリンク2との間に復元機構3及び減衰機構4より成る力学系5を設けた場合を原理的に示すもので、第2図Bは浮体3個を夫々リンク2、2により連結し夫々浮体1とリンク2との間に、復元機構3と減衰機構4とより成る力学系5を設けたものである。6は海面、矢印は波の進行方向、Wは波を示す。第2図Cはリンクの支点位置を浮体1の重心位置迄移動し、かつリンクが成る可く海水中に没しない高い位置をとらせた場合の実施例である。

本発明の波動エネルギー変換装置の作用について以下説明する。第2図A、B、Cにおいて、入射波によってそれぞれの浮体には左右運動、上下運動、回転運動が起るがリンク2によつて各浮体1は連結されているため、それらの運動はすべて浮体1とリンク2あるいはリンク2、2同志間の

6

往復回転運動に変換される。エネルギー吸収はこの回転運動から図示の復元機構3、減衰機構4などよりなる力学系を介して行われる。

浮体1とリンク2との間およびリンク2、2の相互間の相対運動は往復運動であるからクランクやクラッチを用いて一方向の回転運動に変えて、その回転運動を発電機に伝達させることもできる。

第3図はこの相対運動を図示のような機構によつて波動エネルギーを一方向流れの空気流に変換して、空気タービン11を回転させ、その回転運動を発電機12に伝えて電気エネルギーに変換させる方式を示す。第3図において、5は浮体又はリンクに固定する側の空気室であり、この中心の軸16Aに設けた往復運動部である回転翼板16によりこの空気室5を2分割し、その夫々の空気室に吸気口7、8及び排気口9、10とを対象位置に設け、この吸気口を仕切るようにして吸気弁7A、7B及び7C、7Dを夫々設け、その排気口9、10を夫々仕切るようにして排気弁8A、8B及び8C、8Dを設ける。空気室5を浮体又は一方のリンクに固定とし、その中心軸6Aに固定した回転翼板16、16が実線矢印の如く回転すると、吸気弁7A、7Cが閉じ、弁7B、7Dが開き吸気口7及び8より夫々空気を吸入すると同時に、排気弁8A、8Cが閉じ、弁8B、8Dが開き排気口9、10より夫々空気室5の空気を排出する。

この排出された圧縮空気を第4図Aに示す空気タービン11に供給すると、空気タービン11が回転し、これと連動する発電機12を回転し、波動エネルギーは圧縮空気を仲介として電気エネルギーに変換される。

第4図Bはエネルギー変換装置の空気室5と空気タービン11との間に流量調節弁14とリリーフ弁15とをもつたエアアキュムレーター13を設け、空気タービン11に入る空気量を常に一定にするようにすると、発電効率が不同とならないようにできる。この場合の流量調節弁14の絞り

は入射波の周波数と浮体群の固有周波数とを近似同調させることの条件を満たすようにする必要がある。

このように空気室5と回転翼板16との間の相対回転運動によつて各弁は自動的に開閉をくり返

(4)

特公 平 1-56269

7

して管路 7, 8 から空気を吸入し、管路 9, 10 に連続的な空気流を生ぜしめ、第 4 図のように管路 9, 10 を経て、空気タービン 11 を回転させる。例えば第 3 図にて回転翼板 16 が太い矢印方向に回転するときは弁 7 A, 7 C と弁 8 A, 8 C が閉じ、弁 7 B, 7 D と弁 8 B, 8 D が開き、弁 7 B, 7 D 側の空間に管路 7, 8 を通つて空気を吸込むと同時に、弁 8 B, 8 D 側の空気を管路 9 と 10 に排出する。次に回転翼板 16 の回転方向が逆に点線向きに変つたときは弁 7 A, 7 C, 8 A, 8 C が開き、弁 7 B, 7 D, 8 B, 8 D が閉じて上記と同様の原理によつて空気を管路 9, 10 に排出する。第 4 図のエアアキュムレータ 13 は空気流を平均化するために入れたものである。この排出空気流によつて空気タービン 11 を回転させ、次にこの回転を発電機 12 に伝達すれば結局、波動エネルギーを電気エネルギーに変換することができる。

次に浮体 1 の運動から有効なエネルギーが得られる原理を更に詳細に説明する。簡単のため、2 浮体の場合を第 5 図について説明する。第 5 図において、水面に平行な x 軸の正方向から負方向に向つて振巾 1 の正弦波である入射波が加つたとする。このとき、流体と浮体との間の力学系は入射波による強制振動を行う。

普通、浮体に強制波が加わる時は、浮体は左右運動、上下運動および回転運動を行い、このとき水面に生ずる波は散乱波、発散波、反射波及び透過波である。

(イ) 散乱波

入射波中に浮体が存在するために生ずる波

(ロ) 発散波

浮体が正弦振動するときに水平に生ずる波

(ハ) 反射波

入射波中にて浮体が正弦振動するとき x 軸の正方向へ反射される波

(ニ) 透過波

入射波中にて浮体が正弦振動するとき x 軸の負方向に透過してゆく波

一浮体が静水中で次のような運動

左右運動 $x(t) = \text{Re}\{X_1 e^{i\omega t}\}$ 上下運動 $y(t) = \text{Re}\{X_2 e^{i\omega t}\}$ 回転運動 $\theta(t) = \text{Re}\{X_3 e^{i\omega t}\}$

をするとき生ずる発散波は

8

$$x \rightarrow \pm \infty \eta_j \pm (x, t) = \text{Re}\{iKH_j \pm X_j e^{i(\omega t \mp Kx)}\} \quad \dots(1)$$

 X_j は各運動の複素振幅、 $j = 1, 2, 3$ 、 ω : 角周波数、 K : 角波数で表わされる。ただし5 $H_j \pm$ は各運動の流れ場を表わす速度ポテンシャル $\text{Re}\{\phi_j e^{i\omega t}\}$ のコチン (kochin) の変換式

$$H_j \pm = \int_c \left(\frac{\partial}{\partial n} \phi_j - \phi_j \frac{\partial}{\partial n} \right) e^{iKx \pm iKx} ds \quad \dots(2)$$

(c は浮体表面を表わす)

10 によつて求められる。また、単位振幅の入射波 $\eta_0(x, t) = \text{Re}\{e^{i(\omega t + Kx)}\}$ の散乱による波は

$$x \rightarrow \pm \infty \eta_4 \pm (x, t) = \text{Re}\{iKH_4 \pm e^{i(\omega t \mp Kx)}\} \quad \dots(3)$$

と表わせる。ただし、

$$15 \quad H_4 \pm = \overline{H_2} \pm / \overline{H_3} \pm \pm H_{10} \pm / \overline{H_1} \pm \quad \dots(4)$$

である。ここで

$$H_{10} \pm = \int_c \left(\frac{\partial}{\partial n} \phi_{10} - \phi_{10} \frac{\partial}{\partial n} \right) e^{-iKy \pm iKx} ds \quad \dots(5)$$

20 ただし ϕ_{10} は ϕ_0 の虚部を表わす、 $\overline{H_j} \pm$ の $-$ は共役複素数を表わす。

さて、入射波が二つの浮体 R と L に右側から加えられると両浮体について反射波、透過波を生じ、浮体間で相互干渉が生じるが、浮体間の距離 25 1 が波長に比べて十分長ければ波の進行波成分のみによつて求めることができる。これをまとめると、

浮体 R に対する入射波

$$30 \quad e^{iKx/2} e^{i(\omega t + KxR)} + \left\{ \frac{ab}{1-\alpha} e^{-i3Kx/2} + iK \sum_{k=1}^3 H_k X_k \frac{a}{1-\alpha} e^{-i2Kx} + iK \sum_{k=1}^3 H_k X_k \frac{1}{1-\alpha} e^{-iKx} \right\} e^{i(\omega t - KxR)} \quad \dots(6)$$

浮体 L に対する入射波

$$35 \quad \left\{ \frac{b}{1-\alpha} e^{-iKx/2} + iK \sum_{k=1}^3 H_k X_k \frac{1}{1-\alpha} e^{-iKx} + iK \sum_{k=1}^3 H_k X_k \frac{a}{1-\alpha} e^{-i2Kx} \right\} e^{i(\omega t + KxL)} \quad \dots(7)$$

40 となる。

ただし、 $a = iH_1^+$ 、 $b = 1 + iH_1^-$ 、 $\alpha = a^2 e^{-i2Kx}$ であり、 X_j^+ 、 X_j^- は浮体 R、L の j モードの複素振幅である。この入射波による強制力、付加質量力、減衰力、静的復元力および減衰器による抵抗

(5)

特公 平 1-56269

9

10

力から二浮体系の運動を表わす方程式が得られる。

$$\begin{pmatrix} C_1^2(D_1 + i\psi H_{11}) + 2C_1(D_{13} + i\psi H_{13}) + (D_3 + i\psi H_{33}) & -i2C_1\psi H_{12} - i2\psi H_{23} \\ -iC_1I_2\psi H_{12} - iI_2\psi H_{23} + i\mu_0 & \\ I_2(D_2 + i\psi H_{22}) - iC_1\psi H_{12} - i\psi H_{23} & 2(D_2 + i\psi H_{22}) \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} X_3^R - X_3^L \\ X_2^0 \end{pmatrix} = -\frac{e^{iKl/2}}{K} \begin{pmatrix} (C_1H_1^+ + H_3^+)(1 - b\psi) \\ H_2^+(1 + b\psi) \end{pmatrix} \quad \dots(8)$$

ただし、 $\mu_0 = \mu / (\rho\omega)$ 、 $H_{ij} = H_i^+ H_j^+$ 、

$\varphi = e^{-iKl} / (1 - ae^{-iKl})$ 、

$D_j = d_j + i |H_j^+|^2$ 、 $D_{13} = d_{13} + iH_1^+ \overline{H_3^+}$

d_j 、 d_{13} ：慣性力、付加質量力、復元力の係数

X_2^0 は連結棒の midpoint O_0 の上下運動の複素振幅

粘性減衰器は2個取付け、二浮体と連結棒の相対速度差によつてエネルギーを吸収するものとする。 μ を粘性減衰係数とすると粘性減衰で消費される単位時間当りの平均エネルギーは

$$E = 1/2\mu\omega^2 \{ |X_3^R - X_3^L|^2 + |X_2^0 - X_2^0|^2 \} \quad \dots(9)$$

のように表わされる。

(8)、(9)式より単位振幅の入射波が単位巾当りに伝達する単位時間当りの平均エネルギー $E_{in} =$

$\frac{\rho g^2}{4\omega}$ に対する効率を求めることができる。浮体の

形状を半巾深さ比 $H_0 = B / (2D)$ ただし B ：浮体巾、 D ：喫水が0.5、断面係数 $\sigma = S_0 / (BD) \times 30$

$$E = 1/2\mu\omega^2 \{ |X_3^R - X_3^L|^2 + |X_2^0 - X_2^0|^2 \} + 1/2\mu\omega^2 \{ |X_3^R - X_3^L|^2 + |X_2^0 - X_2^0|^2 \} \quad \dots(10)$$

で表わされる。それぞれの複素振幅は二浮体の場合と同様に運動方程式より求められる。

二浮体と比較するために前と同一形状の浮体を用いると第6図曲線2に示すようになる。第6図において、四浮体をリンク3個で連結し同様に測定した結果を第6図の曲線3で示す。最大効率は0.9以上になり、行いエネルギー吸収効率を示す周波数幅も拡大している。

なお、このとき全反射波と全透過波の振幅が入射波の周波数に対してどのような大きさかを示したものが第7図であつて、本発明装置によつてエネルギーが有効に吸収されている状況が明示され

$\ast = 0.95$ であるLewisform(これは造船工学のプログラム計算式)について計算した結果を第6図の曲線(1)に示す。ただし S_0 = 喫水下浮体断面積を示す。これは横軸上のある周波数 $\omega^2 D / g$ について μ_0' の値を種々調整し、近似同調をとつたときの結果である。これは(8)式と(4)式とをコンピューターでといて、近似同調によりエネルギー最大点を求めた結果である。ただし C_1' 、 I_2' 、 I' 、 μ_0' は C_1 、 I_2 、 I 、 μ_0 を B によつて割つて無次元化したものである。

この場合の最大効率は約0.6であり、効率の高い周波数巾が単一浮体に比べ非常に拡大していることがわかる。

次に浮体の数を増したときエネルギー吸収効率がどうなるかを調べた。三浮体と連結棒との相対運動を考えると、浮体は同一形状、減衰量の粘性係数も等しいとする。浮体 R 、 O 、 L および連結棒の回転運動の複素振幅を X_1^R 、 X_2^R 、 X_3^R 、 X_1^L 、 X_2^L とすると4つの減衰器より吸収できる波

動エネルギーは
 ている。また、入射波に対して右へ進行してゆく全反射波 $Re^{i(\omega t - Kx)}$ と左へ進行していく全透過波 $Te^{i(\omega t + Kx)}$ との間にはエネルギーを取り出さないときは

$$|R|^2 + |T|^2 = 1 \quad \dots(11)$$

エネルギーをとり出すときは

$$|R|^2 + |T|^2 + (E/E_{in}) = 1 \quad \dots(12)$$

なる関係式が成り立ち、エネルギー保存則が成り立つ。ただし R は全反射波の最大振幅、 T は全透過波の最大振幅を示す。四浮体の場合の計算式はここでは省略するが、第6図において四浮体をリンク3個で連結し、同様に測定した結果を第6図

の曲線3で示す。第6図曲線3より明らかなように、最大吸収効率は0.99位に達し、入射エネルギーのほとんどすべて吸収できることを示す。

本発明によれば入射波に対して浮体群の後方の透過波の振幅は従つて非常に小さくすることができるので、波の広い周波数範囲にわたつて消波効果も大きい。

以上の説明のように、本発明のエネルギー変換装置は高いエネルギー吸収効率をもつから3個以上の浮体を連結させた浮体群を構成し、入射波の主要な周波数と近似同調をとれば、入射波の運んできたエネルギーの80%以上を吸収することができる。かつ、気象条件の変化によつて入射波の性質が少々変化してもエネルギー吸収効率はほとんど変化せず、高い吸収効率が維持できる。その上消波作用も十分あり、また、潮の干満、液高の変動及び台風などに対しても強いように構成されている。

このような本発明方法による具体的な実施例を次に挙げる。

浮体としては幅5m、喫水深さ5m、断面積26㎡の喫水Dの深い浮体を用いる。波高H、周期Tとすると日本近海での波の保有する平均エネルギーは

$$\frac{H^2 T}{2.3} \text{KW/m}$$

で与えられているから、波高2m、周期6秒の波を生じている海面では平均10KW/mのエネルギーが存在することが推進できる。

単位浮体群として長さ100mの上記浮体を3から4個を約100mの間に並べれば1000KW、浮体のエネルギー吸収効率を既述したように80%とすれば800KWを吸収できる。この浮体群を例えば50列を並べれば4万KWのエネルギーが利用できることになる。

本発明のような装置は一基にて非常に大型のものを計画するよりは、機械効率の比較的良好な数百KW程度のものを多数製作し、港湾周辺、海辺の種々の消波施設も兼ねた防波用、離島用として配列することにより有効なエネルギー吸収装置となりうるものであつてその利用価値は高い。

本発明の波動エネルギー変換装置は岸壁又は海底に固定又は拘束される運動系とすると、エネルギー吸収効率は5〜10分の1に著しく減少する。

然し乍ら、船体の繫留と同様に長いロープ又は鎖により繫留することは必要である。この繫留に当つては繫留索又は鎖は充分長くしておき、かつ浮体が岸壁に衝突しないように岸壁、防波堤等の固定構造物より充分分離して繫留し、浮体が自由に上下運動、左右運動及び回転運動のできるようにしておかなければならない。また繫留索又は鎖は台風等の高波を計算に入れた充分長いものとし、どのような高波が来ても浮体は海面上に浮んでいるようにするのが好ましい。また浮体は上記の台風その他の苛酷な使用条件を考えて好ましくは密閉型とし、台風時の高波に対して波中に没することによりその破損を回避するようにし、この中にエヤービン、発電機、その他の機器を装備し、発電した電気エネルギーは海底電線等により浮体と繫留点との間及び繫留点と地上とを連結することにすれば、波動エネルギーを電気エネルギーとして地上まで送電すれば地上で利用可能とすることができる。

第6図において、曲線4は比較のために、固定端を有する単一浮体を質量機構、復元機構及び減衰機構より成る力学系をもつて、岸壁、防波堤等の固定端と連結し、波動エネルギーを吸収するようにした場合の特性を示すもので、その最大効率の点が一点Pに絞られるので、この極大点Pを外れるとエネルギー吸収効率は急激に低下するので、このような浮体の拘束系では効率よくエネルギーを変換することが極めて難しい。また台風時、このように浮体を固定端に固定又は拘束すると必ず破壊される惧れがあり、実施上極めて困難である。

本発明の装置ではこのような固定部又は拘束部をもたないのが特徴である。

本発明の浮体の構成は入射波に対して背面側の浮体を、前面側の浮体より入射波と直角方向の断面を大きくし、背面側の浮体の喫水下の容積を大きくすると、波動エネルギーの変換効率は著しく大きくなり、第2図に示すような等容積の浮体を使用する場合と同一又はそれ以上のエネルギー変換効率が得られる。

3浮体で入射波の背面方向の第2浮体の断面及び容積を第1浮体より大きく、第3浮体を第2浮体の断面及び容積より大きくすることにより波動エネルギーの変換効率は更に大きくなる。

(7)

特公 平 1-56269

13

14

また本発明に使用する浮体はその海面下の喫水Dが大きい程、波動エネルギーの変換効率は大きくなる。

また入射波の進行方向に対する浮体の巾の大きな方が波動エネルギーの変換効率が大きくなる。

本発明の効果を要約すると次の通りである。

- (1) 理論的検討及び数値計算において入射波の周波数と浮体一力学系の周波数との近似同調をとることによつて、第6図の曲線1~3に示すように従来法の曲線(4)に比較しエネルギー吸収効率が上昇し、かつ入射波の周波数に対して効率の高い範囲が一点に絞られずその範囲が著しく拡大する。
- (2) 浮体数の増加に応じてエネルギー吸収効率は100%に接近し、同時に吸収効率がほぼ一定に保たれる周波数帯が拡大する。特に有効な浮体の数は略々3ないし4個であり、これよりも浮体数を多くすることは可能であるが、構造が複雑になる割にはエネルギー吸収効率の増加が少いと思われる。
- (3) 入射波の波エネルギーは浮体群によつて十分

にエネルギーを吸収されるため、浮体群後方の海面に対し相当の消波効果がある。

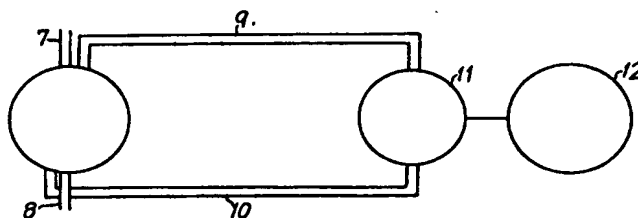
図面の簡単な説明

第1図は従来法を示す図、第2図A、B及びCは本発明の原理的説明図、第3図A、Bは本発明に使用する波動エネルギー変換用力学系の実施の一例態様を示す断面図及び側面図、第4図A、Bは本発明の実施の一例態様を示す発電系統配置図、第5図は本発明の原理説明用図、第6図は本発明と従来方式との特性比較図、第7図は本発明の波動エネルギー吸収効率を示す特性図である。Rは全反射波の振幅、Tは全透過波の振幅を示す。

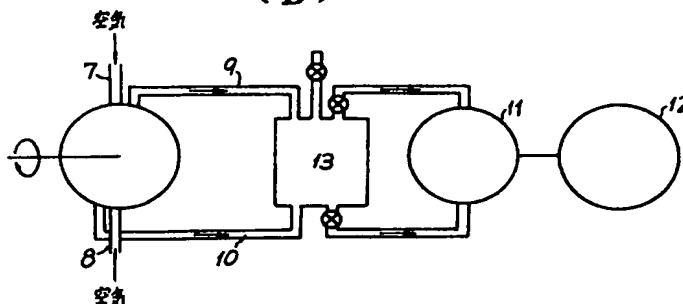
1…浮体、2…リンク、3…復元機構、4…減衰機構、5…力学系、6…海面、7、8…空気吸入口、7A、7B、7C、7D…吸気弁、8A、8B、8C、8D…排気弁、9、10…排出口、11…空気タービン、12…発電機、13…エアアクкумуляター、14…流量調節弁、15…リリーフ弁、W…波。

第4図

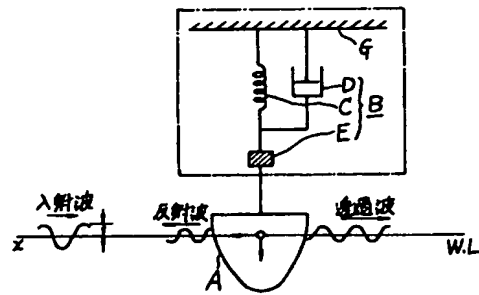
(A)



(B)

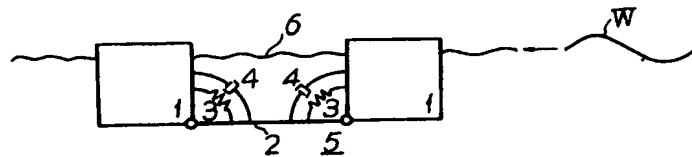


第 1 图

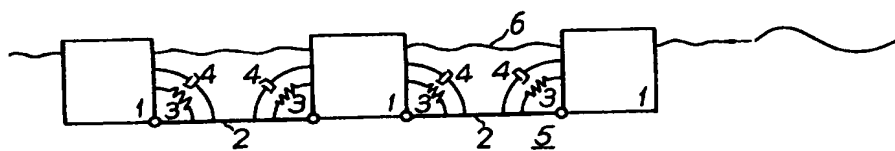


第 2 图

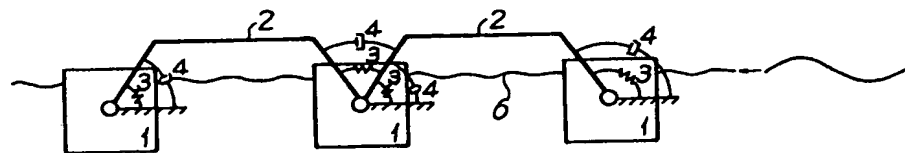
(A)



(B)



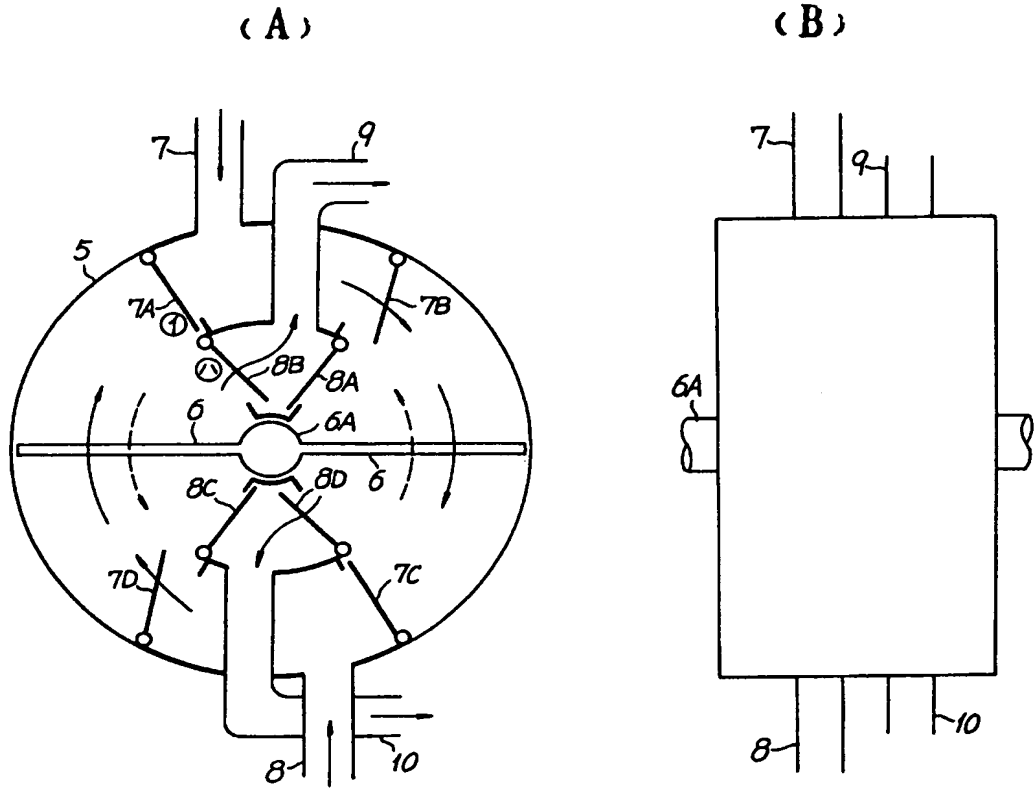
(C)



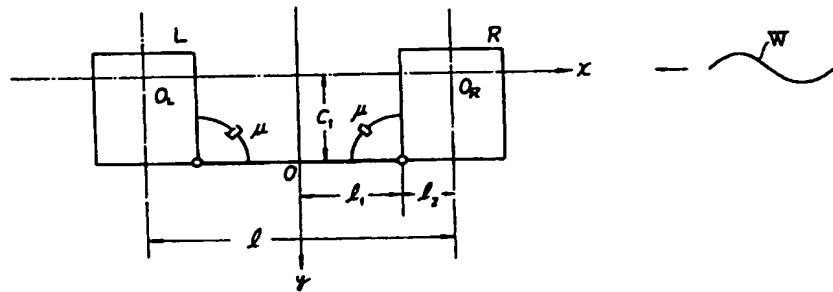
(9)

特公 平 1-56269

第 3 図



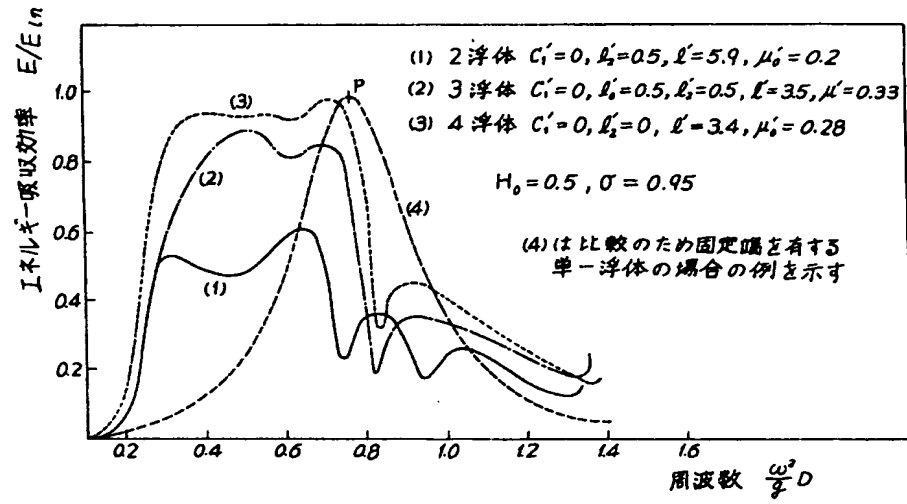
第 5 図



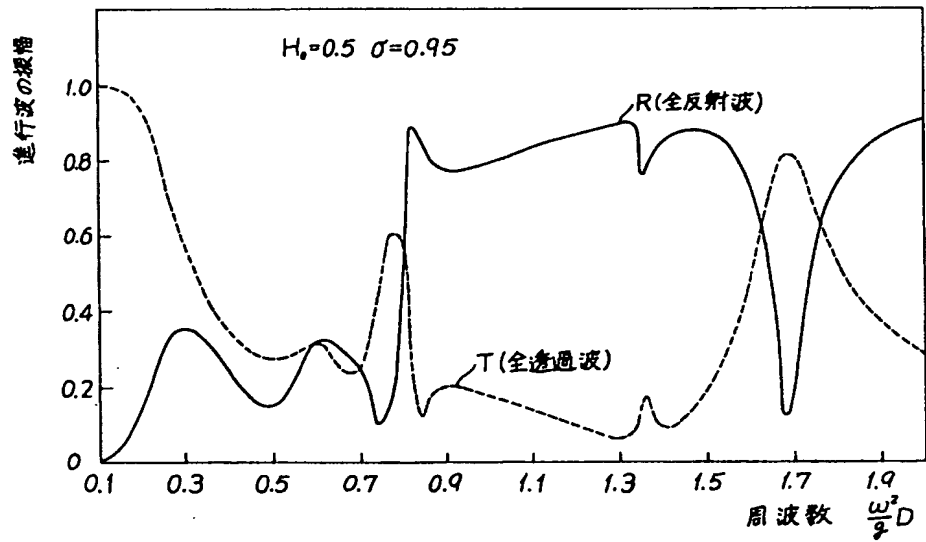
(10)

特公平 1-56269

第 6 図



第 7 図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.